

УДК 635.21:632.481.146Ф

М. П. ПЛЯХНЕВИЧ

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ ФИТОФТОРОЗА КАРТОФЕЛЯ

Институт картофелеводства НАН Беларуси

Фитофтороз, вызываемый оомицетом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary., – самое вредоносное заболевание картофеля в большинстве стран мира. Ежегодные общие потери этой культуры от заболевания и затраты на борьбу с ним стремительно растут и на данный момент оцениваются примерно в 3 млрд долларов [2]. В Беларуси в годы эпифитотий потери урожая картофеля от болезни могут превышать 50%, причем эпифитотийное развитие болезни в последнее время наблюдается через 1–1,5 года [1].

В 80-х годах XX столетия была зафиксирована очередная волна резкого возрастания вредоносности фитофтороза. Серьезные изменения в биологии возбудителя заболевания в итоге привели к повышению его экологической пластичности, адаптивности и патогенных свойств. «Новые» популяции приобрели способность к половому размножению, вследствие чего они отличаются от «старых» более высоким генетическим разнообразием. Половые покоящиеся споры – ооспоры – способны перезимовывать в почве на протяжении нескольких лет, тем самым сохраняя ее инфекционность. Существенно возросла агрессивность *P. infestans*. Это выражается в более раннем начале эпифитотий, в меньшей зависимости патогена от факторов внешней среды. Выше стала скорость развития болезни, существенно повысился риск сильного заражения клубней.

Возросший эпифитотиологический потенциал *P. infestans* стал причиной снижения эффективности общепринятых методов защиты картофеля. Так, агротехнические мероприятия имеют скорее профилактическое значение. Возделывание устойчивых сортов не гарантирует получения стабильного урожая в условиях сильного развития болезни без применения фунгицидов. Химический метод может обеспечить приемлемый уровень контроля заболевания, но только при условии увеличения количества обработок. Так, в странах ЕС посадки картофеля опрыскивают 7–20 раз за сезон, что на 40% выше, чем в 70-х годах [2]. Дополнительные затраты на пестициды снижают рентабельность выращивания культуры, вызывают обеспокоенность потребителей картофеля, отдающих предпочтение экологически чистой продукции, и усиливают антропогенный прессинг на окружающую среду. В сложившихся условиях крайне необходимы методы снижения числа обработок, которые не вызвали бы потерь урожая. В качестве таких методов в последнее время успешно используются разнообразные модели прогноза развития фитофтороза, предсказывающие время появления и ход развития болезни в зависимости от условий среды.

То, что погодные характеристики вегетационного сезона (температура, относительная влажность воздуха и количество осадков) оказывают ключевое влияние на возникновение и развитие эпифитотий фитофтороза, было установлено достаточно давно. Первые попытки анализа климатических данных и разработки на этой основе прогноза развития заболевания сделал Van Everdingen в 1926 г. [3]. В последующем исследователями были разработаны многочисленные эмпирические правила, описывающие ход развития болезни (правила Бомона, периоды Смита и др.) [3]. В СССР Н. А. Наумовой была разработана номограмма, предсказывающая вероятную продолжительность инкубационного периода фитофторы [2].

В последние 10–20 лет с развитием информационных технологий получило дополнительное импульс моделирование развития фитофтороза, представляющее собой математическое описание взаимодействия жизненного цикла патогена, растения-хозяина и факторов среды. Стало возможным постоянно регистрировать метеорологические данные и использовать эту информацию

для предсказания вспышек болезни и определения оптимальных дат опрыскиваний. На этой основе в разных странах было разработано несколько компьютерных моделей, так называемых «систем принятия решений» (СПР) по фитофторозу. Самые известные из них – это NegFry (Дания), SimPhyt (Германия), PLANT-Plus и ProPhy (Нидерланды), Televis (Норвегия), I.P.I (Италия), PhytoPRE (Швейцария) и др.

В основе этих моделей лежат эмпирические правила, разработанные различными исследователями эпифитотий фитофтороза. Общим для всех СПР является использование автоматических метеостанций, размещенных в посадках картофеля, которые постоянно передают погодные данные на компьютер с установленным программным обеспечением. В результате обработки данных СПР предсказывает время первого появления болезни, выдает рекомендации по срокам опрыскиваний и подбору фунгицидов.

Система принятия решений NegFry состоит из двух частей: модель негативного прогноза Ульриха и Шредера прогнозирует время первого появления болезни, а модель Fry устанавливает сроки последующих обработок. В соответствии с моделью негативного прогноза на основе ежедневных показателей температуры, влажности и осадков вычисляется значение риска. Суточные значения риска суммируются начиная со времени появления первых всходов. Когда суммарное значение риска достигает 160 и его значение за последние сутки превышает 8, NegFry рекомендует проводить первую обработку. Сроки последующих опрыскиваний фунгицидами устанавливает субмодель Fry, которая выведена из двух имитационных моделей. Первая определяет влияние погоды на изменение количества фунгицида и вычисляет «фунгицидные единицы». Вторая модель прогнозирует развитие фитофтороза в зависимости от погодных условий и устойчивости сорта и представляет собой алгоритм для вычисления «фитофторозных единиц». Когда сумма фунгицидных или фитофторозных единиц достигает определенных пороговых значений, NegFry рекомендует проводить очередную обработку [4].

Система принятия решений SimPhyt состоит из двух субмоделей: SimPhyt 1 и SimPhyt 2. SimPhyt 1 на 7–10 дней вперед предсказывает начало эпифитотии. Параметры модели – это ежедневные показатели температуры, влажности и осадков, степень устойчивости сорта и дата первого появления болезни. SimPhyt 2 представляет собой детальное математическое обоснование сроков применения фунгицидов [4].

Система принятия решений PLANT-Plus также состоит из двух частей. Субмодель 1 вычисляет изменение доли незащищенных частей растения. Параметры модели: скорость роста новых листьев, снижение защитного действия фунгицида на уже обработанных листьях. Субмодель 2 прогнозирует полный жизненный цикл патогена: формирование спор (2a), их распространение (2b), развитие болезни на необработанных частях растения (2c). Подсистема 2a на основе показателей температуры и влажности моделирует количество конидий на воображаемом инфекционном пятне. Подсистема 2b моделирует концентрацию спор в воздухе, используя параметры влажности, скорости и направления ветра, осадков. Подсистема 2c моделирует количество спор, инфицирующих листовую пластинку с учетом данных температуры, влажности листьев и устойчивости сорта. В результате анализа субмоделей 1 и 2 системой выдаются рекомендации по срокам обработок посадок картофеля и видам фунгицидов [4].

До появления моделей прогноза фитофтороза в странах Европы стратегии химической защиты картофеля были основаны на так называемых «рутинных» схемах с интервалами между обработками в 7–10 дней, что обусловлено длительностью защитного действия фунгицидов. В результате таких схем число обработок за сезон достигало 12–20. Стратегии химической защиты, основанные на рекомендациях СПР, предусматривают проведение опрыскиваний только в наиболее чувствительные периоды инфекционного цикла. Такие методы оказываются намного более эффективными по сравнению с «рутинной» схемой. Так, при оценке эффективности четырех моделей прогноза в Ирландии L. J. Dowley и J. J. Burke показали, что использование программ NegFry и SimPhyt привело к снижению уровня применения фунгицида на 44–58% по сравнению с обычной еженедельной обработкой (6–8 обработок за сезон вместо 14) [3].

Для того чтобы рекомендации любой модели были надежными, все СПР тестируются на протяжении ряда лет в различных климатических условиях. Оценивается также влияние на модель

других факторов: действующие вещества фунгицидов, особенности районированных сортов картофеля и местных популяций патогена и пр. Очень часто модели, разработанные в одной местности, после испытаний в других климатических условиях требуют модификаций с учетом местных особенностей.

К сожалению, в Беларуси современные СПР не находят широкого применения. На наш взгляд, такая ситуация сложилась вследствие высокой стоимости оборудования, метеостанций и программного обеспечения, недостатка информации о новейших стратегиях борьбы с фитофторозом, а также низкого уровня компьютерной грамотности специалистов. Кроме того, вследствие высокой стоимости фунгицидов число обработок за сезон в картофелеводческих хозяйствах Беларуси не превышает четырех (данные Главной государственной инспекции по семеноводству, карантину и защите растений), хотя в эпифитотийные годы этого количества опрыскиваний недостаточно для надежной защиты культуры от болезни. Использование же СПР, разработанных в странах Европы, в большинстве белорусских хозяйств нецелесообразно, так как их рекомендации приведут к повышению уровня применения фунгицидов.

В 1962–1969 гг. С. И. Бельской в условиях Минской области были проверены три метода краткосрочного прогноза эпифитотий фитофтороза (метод ВИЗР, метод S. Uhlig и метод A. Rauber), из которых оправдался только метод ВИЗР [1]. Тем не менее до сих пор в нашей стране основным способом предсказания первого появления фитофтороза является метод «сигнального участка» с посадкой 200–250 искусственно инфицированных клубней ранних восприимчивых сортов картофеля, предложенный еще в 50-е годы XX века. Сигнальные участки закладываются за неделю до начала массовой посадки картофеля в хозяйствах. Фитофтороз на них проявляется на 7–10 сут раньше, чем на производственных посевах, что позволяет заблаговременно провести их первую обработку. После обнаружения первых симптомов болезни сигнальный участок ликвидируется.

В силу высокой стоимости большинства фунгицидов проблема обоснования количества и сроков обработок посадок картофеля в хозяйствах республики остается достаточно актуальной. Поэтому исследования по разработке современной системы прогнозирования вспышек фитофторы в Беларуси приобретают высокую значимость.

### Литература

1. Иванюк В. Г., Банадысев С. А., Журомский Г. К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Мн., 2005.
2. Филиппов А. В. // Защита и карантин растений. 2005. № 4. С. 74–91.
3. Dowley L. J., Burke J. J. Field validation of four decision support systems for the control of late blight of potatoes in Ireland. // Potato Research 2004/5. Vol. 47. N 3/4. P. 151–163.
4. University of California 2004: California PestCast disease model database. [www.axp.ipm.ucdavis.edu/disease/database/potatolateblight.html](http://www.axp.ipm.ucdavis.edu/disease/database/potatolateblight.html) (30/04/04).

*M. P. PLIAKHNEVICH*

### MODERN METHODS OF POTATO LATE BLIGHT DISEASE FORECASTING

#### Summary

This article reviews modern methods of potato late blight forecasting and their role in chemical control strategies. Main operation principles of NegFry, SimPhyt and PLANT-Plus Decision Support Systems are reviewed. Major obstacles, causing absence of broad application of DSS's in Belarus are indicated.